COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 28 MAI 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. *Laveran*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Potain*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Laveran** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXX des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente :

Les « Annales Célestes du dix-septième siècle » de *A.-G. Pingré*, Ouvrage publié sous les auspices de l'Académie des Sciences par M. *G. Bigourdan ;*

Le Tome XII de la Ire Série des « Œuvres complètes d'*Augustin Cauchy* », publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. Le Tome XII renferme une Table générale de la Ire Série.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil;* par M. **Bouquet de la Grye.** (Extrait.)

« Nous avons donné, le 11 décembre 1899, la valeur (8″,80) de la parallaxe du Soleil, obtenue au moyen des heures des contacts du disque de Vénus avec celui du Soleil, enregistrés par les missions françaises de 1882.

» L'approximation de ce chiffre a été de un centième de seconde d'arc, résultat que l'on considérait comme désirable.

» Indépendamment de ces observations directes faites dans onze stations, cinq d'entre elles ont obtenu un grand nombre d'épreuves photographiques prises pendant la durée du phénomène, et l'on comptait utiliser les données qui en pouvaient être tirées pour avoir un nouveau chiffre offrant cet avantage de pouvoir être soumis ultérieurement à un contrôle permanent.

» Au moment où commencèrent les mesures des plaques, on doutait de l'exactitude de la méthode des contacts, les missions étrangères de 1882, ainsi que celles de 1874, avaient donné des chiffres non concordants, et l'emploi de la photographie paraissait être le seul moyen d'avoir avec exactitude cette valeur de π, base de notre système planétaire.

» J'ai donc dû apporter la plus grande précision dans les mesures des plaques et, comme je l'ai indiqué antérieurement ([1]), le contour du Soleil a été déterminé au moyen de 64 visées (faites à l'aide d'une machine de Brunner donnant le micron) et celui de Vénus au moyen de 24 pointés.

» Ces chiffres, corrigés de la déformation de l'appareil optique (qui grandissait l'image du Soleil de manière à lui donner un diamètre de 120^{mm}), de la réfraction, des corrections des échelles, etc., ont servi à

([1]) *Comptes rendus,* 3 novembre 1884.

déterminer les équations des ellipses satisfaisant du mieux possible à tous ces pointés.

» On a obtenu, par suite, les coordonnées des centres des deux astres, d'où la possibilité d'avoir leur distance.

» La comparaison de ces distances mesurées et calculées dans les diverses stations devait fournir un nombre énorme de valeurs de la parallaxe et, par suite, une moyenne très approchée de sa valeur.

» Les calculs relatifs à la station du Mexique, qui a fourni le plus grand nombre de plaques utilement mesurables, étant terminés, nous avons pensé qu'il serait intéressant de se servir de ces seules mesures pour avoir, par la méthode de la parallaxe de hauteur, procédé qui, je crois, n'a pas encore été utilisé, une valeur de π.

» M. Arago, notre collaborateur à Puebla, avait eu 340 épreuves photographiques sur lesquelles 278 ont été considérées comme satisfaisantes.

» Chaque plaque a été l'objet de deux études faites par des observateurs différents, et chaque mesure a été calculée deux fois, de sorte que la vérification a été aussi complète que possible.

» Dans le Mémoire dont ceci est un résumé, j'indique les précautions prises pour l'obtention des plaques, les durées des poses en millièmes de seconde, la détermination exacte de l'heure, etc.

» Puis viennent des Tableaux pouvant servir à corriger les pointés de la réfraction.

» Le détail d'une mesure faite sur une plaque est ensuite donné, ainsi que le procédé suivi pour avoir l'équation de l'ellipse la plus probable.

» Il faut ensuite faire entrer le résultat final, c'est-à-dire la distance mesurée D_0 entre les centres des deux astres, dans l'équation

$$S\,d\pi + \sin\delta\,d\beta + \cos\delta\,d\alpha - d\rho \pm d\rho' - \frac{dD}{dt}\,dL = D_0 - D_c,$$

dans laquelle $S = A\cos A\cos L + B\sin A\sin L + C\sin A$, ainsi qu'il a été indiqué par M. Puiseux dans les *Connaissances des Temps* de 1875 et de 1876. Des Tableaux ont été calculés, d'ailleurs, de minute en minute pendant toute la durée du phénomène, donnant les valeurs de S, de $\sin\delta$, $\cos\delta$, $\frac{dD}{dt}$ et de D_c, de manière à pouvoir, par une simple interpolation, obtenir pour l'heure exacte de l'obtention de la plaque les valeurs correspondantes à D_0.

» On a pu ainsi former pour la station de Puebla 278 équations qui, ré-

solues par la méthode de substitution de Cauchy, ont fourni pour la valeur de $d\pi$ le chiffre de $-0'',074$.

» Comme on était parti pour tous les calculs d'une valeur de la parallaxe égale à $8'',86$, celle ainsi déterminée à nouveau serait $8'',79$.

» Ce résultat serait tout à fait remarquable si l'approximation était de un centième de seconde d'arc, comme nous l'avons obtenue par la méthode des contacts, mais elle n'est ici que de $0'',045$.

» Ce résultat ne peut donc rien ajouter à la valeur du premier, mais il fait préjuger de l'approximation que l'on obtiendra en utilisant des plaques prises au nord et au sud de l'équateur.

» Nous croyons intéressant de donner ici les valeurs moyennes des mesures faites sur le Soleil et sur Vénus pour la station de Puebla.

» Nous n'y avons pas compris les dimensions de Vénus lorsque la planète était engagée dans le disque du Soleil :

Observateurs.	Nombre de plaques.	Soleil (¹). *a*.	Soleil *a* — *b*.	Soleil φ.	Nombre de plaques.	Vénus (¹). *a*.	Vénus *a* — *b*.	Vénus φ.
		mm	μ	°		mm	μ	°
MM. Arago	51	60,091	70	66,6	48	1,961	39	72,5
B. de la Grye	52	60,112	79	72,0	51	2,002	36	68,5
Bernard	112	60,059	93	72,6	104	2,005	51	69,6
Carbonnell	126	59,953	82	68,2	101	2,966	43	73,4
Mme Cheval	23	60,034	91	70,5	26	1,979	55	65,9
Mlles Boudet	101	59,934	107	73,6	76	2,058	43	44,4
Mineau	42	59,999	86	72,3	31	2,061	52	50,1
Masson	32	60,002	76	74,9	20	2,011	50	72,4
	539	60,023	85	71,3	457	2,018	46	64,6

» Les différences entre les moyennes partielles résultent de l'acuité de la vue de l'observateur et de ce qu'il est conduit à prendre comme limite du bord estompé du Soleil et de Vénus.

» En ajoutant les valeurs moyennes des grands axes a et a', on obtient $66^{mm},041$ avec une erreur probable de 8 microns.

» Si l'on voulait déduire des chiffres ci-dessus l'aplatissement des deux astres, on trouverait des résultats supérieurs à ce que donne la théorie pour le Soleil et la réalité pour les deux astres.

» En ce qui concerne le Soleil, le 8 décembre 1882, il était en pleine

(¹) a est le grand axe de l'ellipse, b le petit axe, φ l'angle de la ligne des pôles avec l'équateur terrestre.

activité, des projections équatoriales étaient manifestées par de grandes taches; son diamètre en était influencé.

» Pour Vénus, nous avons dit antérieurement ([1]) qu'en prenant les 42 meilleures plaques de la série de Puebla, l'aplatissement moyen était de $\frac{1}{303}$, chiffre qui rapprochait Vénus de la forme de la Terre.

» Nous reviendrons, du reste, sur ce sujet lorsque nous parlerons de la forme de cette planète et de sa rotation.

» Les valeurs que nous avons données ci-dessus sont exprimées en millimètres et fractions; pour passer de là à des secondes d'arc, il faut multiplier chaque millimètre par 16″,25, ce qui donne

	a.	*a — b.*
Soleil	975,65	1″,38
Vénus	32,80	0″,74

d'où

$$\rho \text{ moyen} = 974'',96, \qquad \rho' \text{ moyen} = 32'',43.$$

» Le rayon du Soleil 974″,96 diffère bien peu de celui qui est donné par les Tables de M. Le Verrier et de 975″,05 que nous avons adopté pour la construction des Tables du passage.

» Quant au rayon de Vénus 32″,43, il est bien plus grand que celui (31″,49) que nous avons adopté pour la construction des Tables faites pour l'observation directe des contacts.

» Sur les plaques on a peut-être été amené à pointer sur la limite extérieure de la pénombre, mais nous ne pouvons employer un autre chiffre pour avoir les contacts tangibles qui résultent des mesures photographiques.

» En interpolant ou extrapolant, selon les cas, pour avoir les valeurs des contacts internes ou extérieurs de Vénus avec le bord du Soleil, nous avons les chiffres suivants, que je mets en parallèle avec ceux obtenus par M. Héraud et par moi à la station de Puebla :

Contacts.	Plaques.	B. de la Grye.	Diff.	Héraud.	Diff.	Heures calculées.	Diff.
I....	2.12.26,3	2.12.30,0	+ 3,7			2.12.23,6	— 2,7
II...	2.33. 4,3	2.32.53,0	—11,3	2.32.49,1	—15,2	2.33. 0,7	— 3,6
III..	7.59.13,8	7.59.13,2	— 0,6	7.59.12,6	— 1,2	7.59.17,3	+ 3,5
IV..	8.19.48,7	8.19.46,2	— 2,5	8.19.36,7	—12,0	8.19.35,0	—13,7

» Les différences restent dans les limites des erreurs d'observation et

---

([1]) *Comptes rendus*, 9 juin 1884.

les heures des plaques, sauf pour le dernier contact, sont suffisamment approchées de celles calculées.

» Ces éléments serviront ultérieurement pour avoir la valeur de π au moyen des contacts photographiés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de divers carbures aromatiques.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

« I. *Benzène et homologues.* — Ainsi que nous l'avons fait connaître récemment ([1]), le nickel réduit permet très facilement à température peu élevée de fixer directement l'hydrogène sur un grand nombre de substances organiques, et nous en avons déduit une *méthode générale de préparation du cyclohexane et des carbures homologues*. En étudiant de près les conditions de cette préparation, nous avons reconnu que, au-dessous de 250°, l'hydrogénation a lieu sans aucune complication pour le benzène et pour tous ses dérivés méthylés que nous avons essayés, toluène, xylènes ortho, méta et para, mésitylène, pseudocumène : on obtient comme produit unique le cyclohexane correspondant, d'une grande pureté, pouvant seulement contenir un peu du carbure primitif très facile à éliminer.

» Mais si l'on part des substitués de la benzine à branche longue, éthyle, propyle, méthoéthyle, on observe toujours qu'à côté du produit principal qui est le carbure cyclohexanique correspondant, il y a toujours formation d'une dose plus ou moins importante des carbures qui résultent de l'émiettement de la chaîne longue. Ainsi, l'éthylbenzène fournit, à côté de l'éthylcyclohexane, une petite proportion de méthylcyclohexane, avec formation corrélative de méthane. Le propylbenzène donne de même un peu de méthyl- et d'éthylcyclohexane. La perturbation est plus sensible quand la branche possède un chaînon secondaire, par exemple quand c'est un méthoéthyle : avec le paracymène, le paraméthylméthoéthylcyclohexane (bouillant à 169°-170°) ne forme que les trois quarts du produit : le reste contient à peu près parties égales de paradiméthylcyclohexane (qui bout à 120°), et de paraméthyléthylcyclohexane (bouillant à 150°).

» La facilité d'obtenir très purs ces divers carbures, jusqu'à présent fort difficiles à préparer directement ou à isoler exactement des pétroles du Caucase, nous a permis de déterminer exactement leurs caractères physiques.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 210 et 566; 1901.

» Le cyclohexane C^6H^{12} est un liquide dont l'odeur rappelle celles du chloroforme et de l'essence de roses; refroidi dans la glace, il se solidifie aisément en cristaux mous, qui fondent à 6°,5 (Sydney Young avait indiqué 4°,5). Il bout à 81°,0 sous la pression de 755^{mm} (thermomètre dans la vapeur). Sa densité à 18°,7 est 0,7808.

» Nous donnons ci-dessous les points d'ébullition corrigés et les densités à 0° (par rapport à l'eau à 4°) des carbures homologues du cyclohexane :

	Point d'ébullition (corr.).	d_4^0.
Méthylcyclohexane	100°,1	0,7859
Orthodiméthylcyclohexane	126	0,8008
Métadiméthylcyclohexane	121	0,7874
Paradiméthylcyclohexane	120	0,7866
Éthylcyclohexane	130	0,8025
Triméthylcyclohexane 1.3.5	137°-139°	0,7884
Triméthylcyclohexane 1.3.4	143°-144°	0,8052
Paraméthyléthylcyclohexane	150°	0,8041
Propylcyclohexane	153°-154°	0,8091
Paraméthylméthoéthylcyclohexane	169°-170°	0,8132

» L'odeur du méthylcyclohexane diffère peu de celle du cyclohexane. Celle de l'orthodiméthyl est un peu camphrée. Les dérivés para (diméthyl, méthyléthyl, méthylméthoéthyl) ont tous une odeur analogue qui rappelle celle du fenouil. Celle des dérivés méta (diméthyl, triméthyl 1.3.5, et même triméthyl 1.3.4) est la moins agréable de toutes et rappelle le moisi.

» En comparant les densités ci-dessus avec celles des carbures benzéniques qui leur correspondent, on trouve qu'elles sont toujours moindres : la différence, qui est maxima pour le cyclohexane où elle est voisine de 0,100, est d'autant plus faible que la molécule est plus complexe et surtout que les branches forméniques sont plus longues.

» II. *Styrolène.* — M. Berthelot a établi depuis longtemps que le styrolène ou cinnamène doit être considéré comme du phényléthylène $C^6H^5.CH = CH^2$. Le nickel réduit réalisant avec facilité l'hydrogénation soit de l'éthylène, soit du noyau aromatique, on pouvait prévoir qu'il produirait l'hydrogénation totale du styrolène : nous avons vérifié qu'il en est ainsi vers 160°. On obtient transformation totale en éthylcyclohexane bouillant à 130°, dont le dédoublement partiel donne lieu, ainsi qu'il a été dit plus haut, à une petite quantité de méthylcyclohexane (qui bout à 100°).

» Au contraire, nous avons trouvé antérieurement que le cuivre réduit permet de fixer l'hydrogène sur l'éthylène au-dessus de 180° ([1]), mais qu'il est sans action appréciable sur les carbures aromatiques : on pouvait donc penser que, dans le styrolène en présence du cuivre à 180°, la branche éthylénique serait seule hydrogénée. C'est en effet ce qui a lieu : on obtient du premier coup transformation complète en éthylbenzène pur bouillant à 135°.

» Avec le cobalt réduit, dont l'activité est intermédiaire entre le nickel et le cuivre, l'hydrogénation conduit à un mélange d'éthylbenzène et d'éthylcyclohexane.

» III. *Terpènes.* — Comme l'a indiqué M. Berthelot dès 1869, les terpènes $C^{10}H^{16}$ peuvent être classés en deux groupes, les terpènes *quadrivalents*, qui comprennent le limonène, le sylvestrène, le terpinène, etc., et les terpènes *divalents*, tels que le térébenthène ou pinène, et le camphène. Les réactions d'hydrogénation réalisées par l'intermédiaire du nickel vers 180° nous ont fourni une vérification complète de cette distinction.

» Le *limonène* fixe très facilement H^4 en donnant l'hydrocymène (paraméthylméthoéthylcyclohexane) qui bout à 169°-170° : ce dernier, comme dans sa formation à partir du cymène, est accompagné d'une petite quantité des produits de dédoublement, paradiméthyl et paraméthyléthylcyclohexane.

» Le *sylvestrène* et le *terpinène* ont donné exactement le même produit d'hydrogénation que le limonène.

» Le *menthène* $C^{10}H^{18}$ traité dans les mêmes conditions fixe H^2 en donnant les mêmes produits.

» Au contraire, le *pinène* (térébenthène), en présence du nickel à 180°, fixe seulement H^2 et se change en un produit unique $C^{10}H^{18}$ inattaquable par le mélange nitrosulfurique; c'est un liquide d'odeur camphrée, qui bout à 166° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,862. Il est identique au carbure obtenu autrefois par M. Berthelot par l'action de l'acide iodhydrique. Il se comporte, comme saturé, à la manière du chlorhydrate de pinène. Mais la présence de liaisons internes un peu fragiles s'y manifeste par une oxydation assez facile : il brunit peu à peu au contact de l'air et s'oxyde assez vite à froid au contact d'acide azotique.

» La vapeur de *camphène* (gauche) soumise à l'hydrogénation en présence du nickel se comporte comme le pinène; il y a fixation exclusive

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1761; 1900.

de H^2 et formation d'un carbure $C^{10}H^{18}$, isomère du précédent, mais non identique, d'odeur plus agréable : il bout à 164°-165° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,849. Il est inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique; mais il s'oxyde lentement au contact d'acide nitrique et même à l'air, en brunissant peu à peu : c'est l'hydrure de camphène observé autrefois par M. Berthelot.

» IV. *Naphtalène et Acénaphtène.* — L'hydrogénation du naphtalène $C^{10}H^8$ est réalisée directement par le nickel à 200° et fournit comme unique produit un tétrahydrure $C^{10}H^{12}$. C'est un liquide d'odeur naphtalénique qui bout à 205° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,9825. Il est identique à l'un des hydrures de naphtaline obtenus par M. Berthelot au moyen de l'acide iodhydrique et retrouvés dans le goudron de houille. Il est très facile à oxyder, et violemment attaqué par le mélange nitrosulfurique. Dirigé avec de l'hydrogène sur le nickel vers 200°, il ne se modifie pas.

» L'acénaphtène $C^{12}H^{10}$, que l'on doit rattacher au naphtalène selon la formule $C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\right.$, se comporte de la même façon : ses vapeurs entraînées par l'hydrogène sur le nickel réduit, s'y changent en tétrahydrure liquide $C^{12}H^{14}$ bouillant à 254° (corr.) et sans doute identique à celui que Bamberger et Lodter avaient obtenu par l'acide iodhydrique. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Marès*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Montpellier le 9 mai 1901.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Compte rendu sommaire du IVe Congrès international de Chimie appliquée, par MM. *Henri Moissan* et *François Dupont*.

2° Un Volume intitulé : « Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en 1900 ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* A(1901), *faites à l'observatoire d'Alger* (*équatorial coudé de* $0^{m},318$ *d'ouverture*), par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Mai 17.........	*a*	8,5	+1.11,50	+ 5.34,5	3:2	S
18.........	*b*	8,7	−0.48,80	— 6.59,5	7:4	S
18.........	*b*	8,7	−0.47,85	— 6.58,7	9:6	R
18.........	*c*	8,1	−1.58,74	— 5.40,7	3:2	S
19.........	*d*	6,2	−1.42,78	−23.51,9	6:4	R
20.........	*d*	6,2	+2.45,10	— 5.59,6	9:6	S
20.........	*d*	6,2	+2.45,48	— 6. 5,8	9:6	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1901.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 17..	*a*	5.46.31,29	+0,82	+ 4.19.55,1	— 8,8	Albany nº 1928.
18..	*b*	5.53.45,09	+0,85	+ 4.51. 0,8	— 9,0	Albany nº 1961.
18..	*c*	5.54.58,92	+0,85	+ 4.49.29,9	— 9,0	Albany nº 1976.
19..	*d*	5.59.41,50	+0,87	+ 5.25.31,1	— 9,1	AG. Leipzig nº 2607.
20..	*d*	»	+0,86	»	— 9,1	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1901.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 17.....	7.59.52	5.47.43,61	$\bar{1}$,676	+ 4.25.20,8	0,719
18.....	8. 2.25	5.52.57,14	$\bar{1}$,676	+ 4.43.52,3	0,719
18.....	8. 6.33	5.52.58,09	$\bar{1}$,676	+ 4.43.53,1	0,720
18.....	8.13.57	5.53. 1,03	$\bar{1}$,676	+ 4.43.40,2	0,721
19.....	8.12.30	5.57.59,59	$\bar{1}$,677	+ 5. 1.30,1	0,721
20.....	8. 8. 0	6. 2.27,46	$\bar{1}$,677	+ 5.19.22,4	0,719
20.....	8.12.18	6. 2.27,84	$\bar{1}$,676	+ 5.19.16,2	0,721

» La comète, autant qu'on en peut juger dans la lumière du crépuscule, se pré-

sente sous la forme d'une nébulosité avec un noyau d'un éclat comparable à celui d'une étoile de 8e grandeur.

» Observations très difficiles, faites à 3 degrés environ de l'horizon. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la couronne solaire photographie à Elche (Espagne) pendant l'éclipse totale de Soleil du* 28 *mai* 1900. Note de M. A. de la Baume-Pluvinel, présentée par M. Janssen.

« J'ai photographié le spectre de la couronne solaire pendant l'éclipse totale de soleil du 28 mai dernier, à l'aide de trois spectroscopes différents :

» 1° Un spectroscope à fente très lumineux;

» 2° Un spectroscope à prisme objectif de grandes dimensions;

» 3° Un spectroscope à prisme objectif en spath et quartz.

» Le *spectroscope à fente* était combiné de manière à donner une image très intense du spectre continu de la couronne. J'ai obtenu ce résultat en observant les principes suivants : dispersion faible, objectif formant l'image du spectre très lumineux, condensateur d'ouverture quelconque, mais de distance focale telle que le collimateur recueille bien toute la lumière venant des divers points de l'image fournie par le condensateur. Dans mon spectroscope, l'appareil dispersif consistait en un prisme unique en flint léger, et l'objectif formant l'image du spectre était un objectif photographique double à portrait dont le rapport de l'ouverture au foyer était $\frac{1}{5}$. Les dimensions de toutes les parties optiques de l'appareil étaient calculées de manière que des faisceaux de rayons lumineux de $0^m,06$ de diamètre, émanés de points de la couronne situés à moins de 30′ du bord du Soleil, fussent transmis intégralement jusqu'à la plaque photographique. L'orientation de l'appareil était telle que la fente du spectroscope était dirigée radialement suivant l'équateur solaire. L'ouverture de la fente était de $0^{mm},04$. Une seule plaque orthochromatique Lumière, sensible au jaune et au vert, a été exposée dans l'appareil pendant $1^m 15^s$, soit presque toute la durée de la totalité.

» Dans ces conditions, la couronne a donné un spectre continu présentant à peu près la même étendue et la même intensité de chaque côté de l'équateur solaire. A cause de l'orthochromatisme spécial de la plaque, ce spectre offre deux maxima : l'un, situé dans l'orangé vers la longueur d'onde λ 565, où la hauteur du spectre continu atteint

5′ environ; l'autre, entre les raies F et H, où le spectre s'étend jusqu'à 15′ du bord du Soleil.

» Le spectre continu est sillonné d'un très grand nombre de raies brillantes. La plupart de ces raies présentent les caractères des raies chromosphériques; elles sont intenses à leur base et s'affaiblissent rapidement en s'élevant dans l'atmosphère coronale. De plus, ces raies sont beaucoup plus nombreuses et plus intenses au bord ouest qu'au bord est du Soleil. Cette distribution inégale des raies n'est pas due, comme on pourrait le croire, à une pose plus prolongée des parties basses de la couronne au bord ouest qu'au bord est. En effet, les observations ont été faites presque sur la ligne centrale de l'éclipse, et la pose, commencée deux secondes après le deuxième contact, a été terminée deux secondes avant le troisième contact. Cette différence entre l'intensité des raies aux deux bords du Soleil est donc bien réelle, et l'on peut en conclure que, tandis que la matière qui fournit le spectre continu était à peu près également répartie le long de l'équateur solaire, les gaz qui produisent les raies brillantes étaient beaucoup plus abondants au bord ouest qu'au bord est. Dans le premier cas, il s'agissait de la matière coronale et, dans le second, des gaz chromosphériques. Les photographies directes de la couronne, d'une part, et les photographies monochromatiques de la chromosphère, d'autre part, montrent d'ailleurs que, tandis que la couronne avait sensiblement la même intensité au bord ouest et au bord est du Soleil, la chromosphère, au contraire, était beaucoup plus intense sur le premier bord que sur le second.

» Les principales raies dont on constate la présence au bord ouest sont, dans l'ordre de leur intensité, les suivantes : les raies H et K du calcium, qui s'étendent jusqu'à 5′ du bord du Soleil, aussi bien du côté de l'atmosphère solaire que du côté du disque de la Lune; puis les raies de l'hydrogène F, G′ et *h*, débordant aussi sur le disque lunaire. Il en est de même des raies de l'hélium $\lambda\,587,6$ (D_3), $\lambda\,447,2$ et $\lambda\,402,6$. La raie $\lambda\,407,9$, attribuée au calcium, est aussi intense que les raies de l'hélium.

» La raie verte de la couronne, $\lambda\,530,3$, s'élève à une hauteur de 4′ au-dessus du bord du Soleil et présente sensiblement la même intensité dans toute sa hauteur. Une autre raie, $\lambda\,398,5$, est la seule à présenter le même caractère. Elle est indubitablement coronale, ainsi que nous le verrons plus loin. Par contre, la raie $\lambda\,423,1$, que l'on s'accorde à considérer comme coronale, est très faible et présente l'aspect des raies chromosphériques.

» Dans l'ultra-violet, on compte 7 raies de l'hydrogène qui atteignent une hauteur de 3′. De chaque côté de la raie H_{β_1} se trouvent des raies plus faibles qui lui donnent un aspect estompé.

» Les autres raies du spectre sont beaucoup plus faibles; j'en ai relevé les positions et j'ai trouvé qu'elles s'accordaient, dans les limites des erreurs possibles, avec les positions des principales raies chromosphériques indiquées dans les catalogues de Young, Hale et Deslandres. Le nombre total des raies mesurées est 56.

» Le bord est du Soleil, ainsi que je l'ai dit, est beaucoup plus pauvre en raies brillantes que le bord ouest. Les raies H et *k* y sont grêles et peu étendues. Il en est de même des raies de l'hydrogène F, G′ et *h*, qui débordent à peine sur le disque lunaire. La raie D_3 de l'hélium fait absolument défaut.

» Quant aux raies coronales, on doit s'attendre à les retrouver avec la même intensité et la même étendue au bord est qu'au bord ouest du Soleil, car j'ai fait remarquer que les photographies directes de la couronne et la photographie de son spectre continu montrent qu'elle présentait la même intensité sur tout l'équateur solaire. Or la raie λ 398,5, que nous avons déjà trouvée au bord ouest avec tous les caractères d'une raie coronale, présente bien la même intensité et la même étendue au bord est qu'au bord ouest. Par contre, la raie verte de la couronne λ 530,1, généralement si intense, fait absolument défaut sur le bord est du Soleil. On peut donc conclure que la raie λ 398,5 est la seule qui présente bien nettement les caractères d'une raie coronale.

» Les raies noires du spectre solaire n'apparaissent pas sur mon spectre de la couronne. On doit donc admettre que la lumière de la couronne ne contenait qu'une faible proportion de rayons solaires réfléchis. Les raies fraunhofériennes ont cependant été plusieurs fois observées et photographiées dans l'atmosphère solaire. J'en ai compté une vingtaine sur une photographie du spectre de la couronne de 1893. En 1882, M. Schuster a aussi photographié les raies fraunhofériennes, et, en 1871, M. Janssen les a observées oculairement. On remarquera que ces trois dates : 1871, 1882 et 1893 se succèdent à onze ans d'intervalle et correspondent à des maxima de taches solaires. Il semblerait donc qu'aux époques de maxima d'activité solaire, l'atmosphère coronale contient en abondance des matières solides pouvant réfléchir la lumière du Soleil.

» Mon *spectroscope à prisme-objectif* consistait en une lunette photographique de $0^m,10$ d'ouverture et $1^m,10$ de foyer, au-devant de laquelle on avait disposé un prisme en flint de 60°, dont les faces mesuraient $0^m,17$ sur $0^m,14$.

» Le *spectroscope à prisme-objectif en spath et quartz* consistait aussi en une lunette photographique munie d'un objectif en quartz de $0^m,07$ d'ouverture et $0^m,90$ de foyer au-devant duquel on avait fixé un prisme en spath de 60° dont les faces mesuraient 64^{mm} sur 80^{mm}. Les obturateurs de ces deux instruments étaient commandés par la même poire pneumatique et fonctionnaient simultanément. Trois photographies ont été obtenues avec chaque appareil. Les plaques n° 1 ont été exposées pendant une seconde environ, immédiatement après le deuxième contact. Les plaques n° 2 ont été exposées pendant presque toute la durée de la totalité, soit environ 75^s, et les plaques n° 3 ont été exposées instantanément, immédiatement après le troisième contact.

» Les plaques n° 1 donnent des images monochromatiques des croissants de la chromosphère au nord est du Soleil. Comme sur le spectre obtenu avec le spectroscope à fente, ce sont les radiations du calcium, de l'hydrogène et de l'hélium qui donnent les images les plus intenses. Le nombre total des croissants dont j'ai relevé les positions sur la plaque n° 1 est de 139.

» Les plaques n° 2 montrent l'aspect complet de la chromosphère et permettent de constater, ainsi que je l'ai déjà dit, que cette chromosphère est bien plus intense au bord ouest qu'au bord est du Soleil.

» On peut étudier sur ces images chromosphériques les formes et l'intensité des protubérances. On reconnaît, comme l'a déjà fait M. Meslin, que le rapport des intensités des diverses protubérances n'est pas le même dans les images formées par la vapeur de calcium que dans les images fournies par l'hydrogène.

Fig. 1.

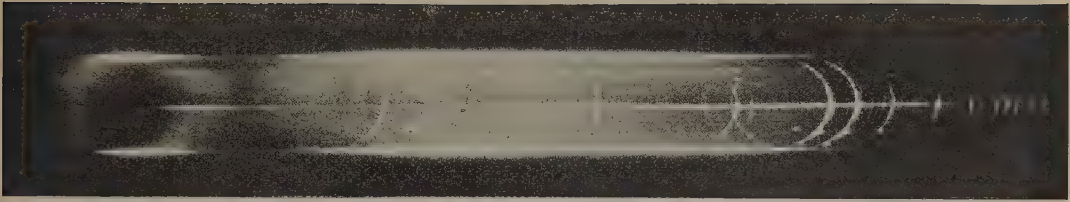


» Les radiations propres à la couronne, λ5303 et λ3985, ne donnent pas des images coronales assez intenses pour pouvoir être distinguées sur le fond brillant du spectre continu.

» Les photographies n° 3, obtenues un peu après le troisième contact, donnent le spectre d'une partie de la photosphère et de la chromosphère qui l'enveloppe.

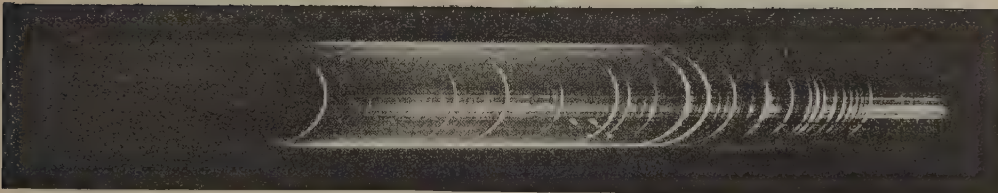
» La partie de la chromosphère qui a donné son spectre étant un mince croissant, on a obtenu des images monochromatiques de ce croissant, dont l'ensemble constitue une bande lumineuse interrompue par des croissants obscurs correspondant aux raies fraunhofériennes du spectre solaire. Au-dessus de ces croissants obscurs, dans le spectre de la chromosphère, on remarque des croissants brillants. Mais les gaz incandescents

Fig. 2.



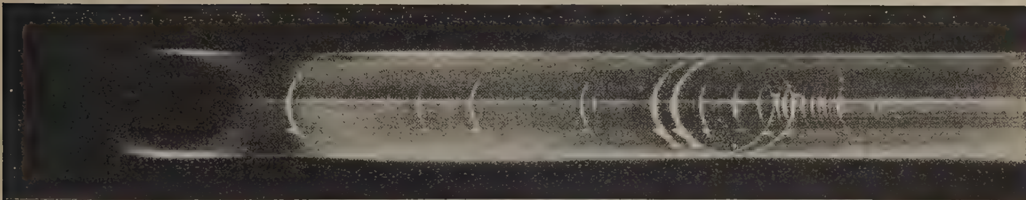
Prisme objectif en flint. — N° 2.

Fig. 3.



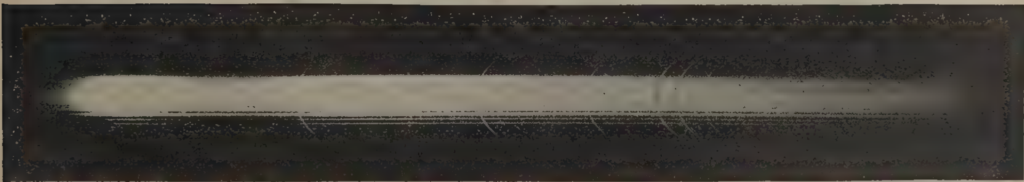
Prisme objectif en spath et quartz. — N° 1.

Fig. 4.



Prisme objectif en spath et quartz. — N° 2.

Fig. 5.



Prisme objectif en spath et quartz. — N° 3.

qui donnent lieu à ces croissants brillants, étant situés au-dessus de la photosphère, les croissants brillants ne se trouvent pas exactement dans le prolongement des croissants obscurs : ils leur sont extérieurs. La mesure de la longueur des croissants brillants donnerait un moyen précis de déterminer l'épaisseur des couches de vapeur qui composent la chromosphère.

» On a relevé sur l'un des clichés n° 3 les positions de 105 croissants brillants et de 57 croissants obscurs.

» D'une manière générale, on peut dire que le minimum d'activité solaire s'est fait sentir sur les phénomènes de la couronne et de la chromosphère qui ont présenté fort peu d'intensité pendant la dernière éclipse de Soleil.

» Les divers spectroscopes que j'ai employés, ainsi que des lunettes photographiques destinées à obtenir l'image de la couronne solaire, étaient montés sur le pied d'un équatorial de 6 pouces. Ce pied, appartenant au matériel de l'observatoire de Meudon, avait été mis obligeamment à ma disposition par M. Janssen qui a bien voulu m'aider de ses précieux conseils pour dresser le programme de mes observations. Je suis heureux de pouvoir lui adresser ici mes sincères remercîments. »

PHYSIQUE. — *Longueurs d'onde de quelques raies du fer.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Le spectre du fer est un de ceux qui ont été pris le plus souvent comme spectres de comparaison dans les mesures de longueurs d'onde. Il contient un grand nombre de raies, dont beaucoup sont assez fines pour fournir de bons repères. Il y a donc intérêt à connaître exactement leurs longueurs d'onde. Nous en avons mesuré un certain nombre par comparaison avec les radiations du cadmium mesurées en valeurs absolues par M. Michelson. La méthode suivie par cette comparaison est celle qui a été décrite en vue des mesures de longueurs d'onde des raies du spectre solaire (1).

» La source employée est l'arc électrique jaillissant entre deux tiges verticales de fer de $0^m,01$ de diamètre, portées par un simple régulateur à main. La tension employée est de 120 volts et le courant de 8 ampères environ.

» Il faut, avant tout, isoler la radiation que l'on veut mesurer : au moyen d'un réseau plan de Rowland et d'une lentille de $0^m,70$ de foyer, on projette un spectre réel de la source lumineuse sur une deuxième fente, à laquelle on donne la largeur voulue pour

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 700; 29 octobre 1900.

ne laisser passer que la lumière d'une seule raie. C'est cette lumière que l'on va utiliser pour la mesure interférentielle.

» L'appareil interférentiel est un *étalon d'épaisseur,* consistant en deux surfaces planes de verre argenté maintenues parallèles et à une distance invariable (aux dilatations près). Par un jeu de miroir on peut projeter, au même point de cet étalon, soit l'image d'un tube à cadmium, soit l'image de la fente qui isole une raie du fer. Dans chaque cas, on obtient, dans une lunette visant à l'infini, un système d'anneaux. L'expérience consiste à mesurer, avec un oculaire micrométrique, le diamètre de l'un des anneaux de chaque système. Lorsque les raies sont fines, cette mesure fixe la partie fractionnaire de l'ordre d'interférence (¹) au centre à moins de $\frac{1}{100}$ de frange sur une mesure isolée. Une variation de $0°,01$ sur la température de l'étalon de 1^{cm} produit, par dilatation, une variation appréciable des diamètres d'anneaux.

» Il faut employer, pour avoir le maximum de précision, des épaisseurs d'étalons proportionnées à la finesse des raies : plus une raie est fine, plus l'épaisseur peut être grande, et plus la mesure est précise; dans tous les cas, c'est la finesse de la raie qui seule limite la précision des mesures. Nous avons employé deux étalons, de 5^{mm} et 10^{mm}. Il n'eut pas été avantageux d'aller au delà, à cause du manque de finesse des raies. Pour plusieurs, on a même dû se contenter de l'étalon de 5^{mm}.

» Le Tableau suivant donne les longueurs d'onde obtenues. Elles sont rapportées à la valeur trouvée par M. Michelson pour la raie verte du cadmium, 508,58240. Les nombres sont exacts, à quelques unités près du dernier ordre :

649,4992	558,6775	508,3345
623,0733	550,6783	500,1887
606,5489	543,4525	485,9763
576,3023	530,2321	473,6785
561,5657	523,2954	»

» Il eût été fort intéressant de pouvoir comparer ces nombres avec ceux de l'échelle de Rowland. Malheureusement ces raies n'ont été mesurées par Rowland que dans le spectre solaire; entre les longueurs d'onde d'une même raie prise dans le spectre solaire et dans l'arc électrique [2] il y a des différences assez grandes pour rendre illusoire toute comparaison précise. Ce sont les raies solaires qui ont servi de base fondamentale dans l'établissement de l'échelle de Rowland; la façon rationnelle de contrôler cette

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 700; 29 octobre 1900.

(²) On aurait pu obtenir des raies plus fines en produisant l'arc dans le vide au moyen de notre *trembleur;* mais les longueurs d'onde auraient été un peu différentes de celles que donne l'arc dans l'air, et c'est de cette dernière source que les spectroscopistes ont l'habitude de se servir.

échelle consistera à mesurer un certain nombre de ces raies par les méthodes interférentielles. Nous avons déjà décrit la méthode que nous comptons suivre pour arriver à ce résultat; nous espérons pouvoir l'appliquer dès que la saison permettra des observations suivies sur le Soleil. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité des alliages.* Note de M. **Edm. van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« L'alliage d'aluminium et d'antimoine, répondant à la formule AlSb, a pour point de fusion 1078°-1080° ([1]), alors que l'aluminium et l'antimoine fondent respectivement à 660° ([2]) et à 630° ([3]).

» Il m'a paru intéressant d'examiner si ce curieux alliage se formait avec une variation du volume.

» Un chimiste consciencieux, M. Maurice Duyck, a bien voulu faire les analyses nécessaires pour connaître la composition de l'alliage, obtenu par fusion, et pour en vérifier l'homogénéité. Qu'il me soit permis de lui adresser ici mes remercîments.

» Des prises d'essai faites en divers endroits sur deux morceaux, dans lesquels

---

([1]) Edm. van Aubel, *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 223; 1898.

Dans ce travail, j'ai rendu compte des expériences de W. Chandler Roberts-Austen, d'après l'ouvrage de Joseph-W. Richards, sur l'aluminium; mais une faute d'impression d'ailleurs non signalée existe dans ce livre, à propos de ces expériences. Il faudra donc lire, dans mon travail, 10 pour 100 au lieu de 1 pour 100 d'aluminium, comme on peut s'en assurer en recourant au Mémoire original de W. Chandler Roberts-Austen (*Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, Vol. XIII, Part III, p. 516; 1893).

A propos de la fusibilité des alliages d'aluminium et d'antimoine, il convient de mentionner un très intéressant Mémoire de Henri Gautier (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 111 et 112; 1896).

([2]) L. Holborn et A. Day (*Drude's Annalen der Physik*, t. II, p. 534; 1900) ont trouvé 657°,3 pour le point de fusion de l'aluminium, tandis que Pictet (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1317; 1879) lui avait assigné 600°.

([3]) Dans presque tous les ouvrages de Chimie, le point de fusion de l'antimoine est indiqué comme voisin de 440°, mais des mesures récentes faites au moyen de deux procédés différents, par C.-T. Heycock et F.-H. Neville (*Journal of the chemical Society : Transactions*, Vol. LXVII, p. 186; London, 1895), par Henri Gautier (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 112; 1896) et enfin par L. Holborn et A. Day (*Drude's Annalen der Physik*, t. II, p. 534; 1900) ont donné pour point de fusion de l'antimoine respectivement 629°, 54-632° et 630°, 5.

l'aluminium et l'antimoine ont été dosés, ont montré que l'alliage pouvait être considéré comme homogène et avait la composition suivante :

Aluminium	18,87
Antimoine	81,13

Comme cet alliage s'altère à l'air humide et surtout dans l'eau, les deux morceaux à étudier ont été recouverts d'une couche de vernis ordinaire pour métaux.

» Les déterminations des poids spécifiques ont été faites par la méthode de la balance hydrostatique. La moyenne des résultats obtenus a donné pour la densité de l'alliage, rapportée à l'eau à 4° et au vide, la valeur 4,2176, pour la température de 16°C.

» Le poids spécifique que cet alliage devrait avoir, dans l'hypothèse où aucune variation de volume n'aurait lieu, est 5,2246, en adoptant pour poids spécifique de l'aluminium et de l'antimoine respectivement 2,67 et 6,72.

» La densité observée est considérablement plus petite que la densité théorique, et l'écart ne saurait être attribué aux erreurs inévitables dans ce genre de recherches. Il se produit donc une *énorme augmentation du volume* dans la formation de cet alliage. C'est une exception, à la règle formulée par Matthiessen [1], assez marquante pour qu'il soit utile de la signaler.

» On peut exprimer ce résultat d'une façon plus saisissante, en disant que $7^{cc},07$ d'aluminium + $12^{cc},07$ d'antimoine fournissent $23^{cc},71$ d'alliage AlSb. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une balance très sensible pouvant servir de galvanomètre, d'électrodynamomètre et d'électromètre absolu.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« Le galvanomètre astatique que M. le Professeur Lippmann a récemment publié [2] m'a amené à construire l'appareil suivant, basé sur le même principe.

» Entre les deux branches CC d'une chappe de laiton (*fig.* 1), on a fixé, sur deux tiges B*f*, un fil de cocon *ff'f'f* qui supporte une plaquette d'aluminium *aa*.

---

[1] Ad. Wüllner, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, 5e édition, t. II, p. 48; 1896.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1161; 1901.

» Sur cette plaquette se trouve un tube d'aluminium TVT (*fig.* 2) portant un écrou mobile E, et fixé perpendiculairement au plan des brins du fil de cocon.

Fig. 1.

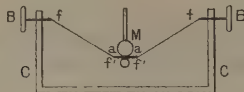
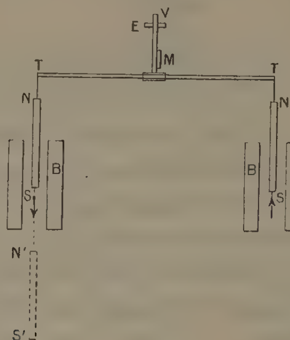


Fig. 2.



» Ce dispositif constitue un fléau de balance sans couteau. Il est d'une très grande légèreté ($0^{gr},8$). L'écrou E permet d'en régler la sensibilité et le miroir M d'en suivre les déplacements sur une échelle verticale.

» Aux extrémités TT, on a suspendu verticalement, par des fils de cocon, deux aimants cylindriques NS, de 6^{cm} de longueur et 2^{mm} de diamètre; ils peuvent se déplacer dans l'axe des bobines BB, de 6^{cm} de longueur, et dont le noyau, en cuivre rouge, présente une ouverture cylindrique de 4^{mm} de diamètre.

» Ces bobines portent chacune 30000 tours de fil, présentant une résistance de 5000 ohms par bobine.

» On règle l'appareil de façon que le pôle inférieur des aimants soit un peu audessus du centre des bobines.

» L'appareil ainsi constitué n'est en somme qu'une modification de la balance de A.-C. Becquerel [1]. Mais il est susceptible d'une sensibilité considérable.

» Pour une période d'oscillation de 8 secondes, il donne, à 1^m de distance, une déviation de 12^{mm} pour un courant de 10^{-9} ampère circulant dans les bobines, ce qui correspond à une sensibilité de $3,7 \times 10^8$ (Kohlraush).

» La force motrice correspondante qui agit sur le fléau est de 3×10^{-5} dyne. On a donc une balance sensible au cent-millième de milligramme.

» D'ailleurs, l'appareil est, par suite de ses dispositions, à la fois très amorti et parfaitement astatique.

---

[1] *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXIII, p. 338; 1850.

» Si l'on remplace les aimants NS par des bobines de mêmes dimensions, auxquelles le fil de suspension peut facilement amener le courant, on a, sans autre changement, un électrodynamomètre sensible.

» D'autre part, suspendons à une des extrémités T, et par un fil un peu long, un aimant tel que N'S', mais de telle façon que son pôle supérieur soit un peu en dessous de la face inférieure de la bobine B correspondante. Si le courant circule en BB de façon que les pôles voisins de la bobine et de l'aimant soient de même nom, ils se repousseront.

» La force de répulsion sera de la forme

$$f = k\frac{mi}{r^2},$$

m étant le pôle de l'aimant, i l'intensité du courant dans la bobine, r la distance des deux pôles. Pour une variation dr de cette distance, on aura

$$\frac{df}{dr} = -\frac{2kmi}{r^3}.$$

» C'est une expression de même forme que celle exprimant la variation d'attraction entre les deux plateaux d'un électromètre absolu Thomson, lorsque leur distance varie.

» J'ai pensé qu'il serait avantageux d'opposer la répulsion électromagnétique à l'attraction électrostatique.

» Il a suffi pour cela de suspendre à l'autre extrémité du fléau un plateau circulaire en aluminium, de 8^{cmq} de surface et de même poids que l'aimant antagoniste. Un anneau de garde et un plateau fixe complètent le dispositif.

» On étalonne l'appareil à l'aide de poids marqués placés sur ce plateau et qu'on équilibre avec des courants d'intensité connue envoyés dans la bobine.

» On a alors un électromètre absolu, permettant d'opérer par une méthode de zéro correspondant à une position d'équilibre que l'on rend aussi stable qu'on le veut ; il est en effet très facile de construire la bobine et l'aimant de telle sorte que, pour une surface donnée du plateau, le $\frac{df}{dr}$ du système électromagnétique soit plus grand que celui du système électrostatique.

» Cette condition est aussi celle d'un bon amortissement.

» La pesée électrométrique, toujours difficile et longue, se trouve rem-

placée ici par le maniement à distance d'une boîte de résistance et d'un commutateur.

» Enfin, on voit qu'en remplaçant dans cet électromètre l'aimant mobile par une bobine mobile, on sera dans d'excellentes conditions pour mesurer la valeur du rapport des unités électriques par la méthode de Maxwell. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène et réaction inverse. Équilibres véritables.* Note de M. **Jouniaux**, présentée par M. Troost.

« On sait que si l'on chauffe, pendant des temps progressivement croissants, des tubes scellés contenant soit de l'argent fin et de l'acide chlorhydrique sec, soit du chlorure d'argent fondu et de l'hydrogène pur, la proportion centésimale d'acide chlorhydrique contenu dans le mélange gazeux tend vers une limite fixe qui dépend de la température de l'expérience ([1]).

» Pour toutes les températures inférieures à 500°, les limites des deux réactions inverses sont bien distinctes, l'écart observé étant d'autant plus grand que la température considérée est plus basse.

» Au delà de 600°, on arrive à une limite commune aux deux systèmes, et l'expérience montre que la proportion centésimale d'acide chlorhydrique, restant ou formé, croît avec la température. C'est ainsi qu'elle atteint successivement les valeurs 92,80, 93,80 et 95,00 aux températures de 600°, 650° et 700°. Or, d'après les déterminations de M. Berthelot, la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène est accompagnée, à la température de 15° centigrades, d'une absorption de chaleur de 7000 calories. Si l'on admet que cette réduction est encore endothermique aux températures de nos expériences, la loi du déplacement de l'équilibre par des variations de température se trouve être vérifiée.

» En second lieu, nous avons étudié l'influence qu'exerce la pression interne sur la formation de l'acide chlorhydrique ; on observe que la valeur de ρ est d'autant plus forte que la pression du mélange gazeux est plus faible. C'est ce que mettent d'ailleurs en évidence les résultats suivants obtenus vers 540° :

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre 1899.

Temps de chauffe.	Valeurs de ρ, pour des pressions, évaluées en millimètres de mercure, de l'hydrogène introduit, égales à environ			
	380mm.	500mm.	600mm.	700mm.
5 minutes.......	»	46,36	54,07	54,43
10 »	69,50	74,71	80,57	82,35
15 »	84,74	82,08	86,42	82,07
30 »	89,19	90,92	92,57	94,60
1 heure..........	91,55	91,66	93,79	94,61
2 heures.........	91,75	92,41	94,18	94,68
6 »	91,84	92,31	94,12	95,00

» D'autres expériences faites vers 640° conduisent à la même conclusion. L'équation



$$AgCl + H = HCl + Ag$$

montre que, si l'on effectue la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène dans une enceinte soumise à une pression invariable, le volume occupé par les gaz augmente, à telle enseigne qu'il atteindrait le double de sa valeur initiale si la réaction était intégrale. Les résultats expérimentaux observés sont donc en harmonie avec la loi du déplacement de l'équilibre par des variations de pression.

» Enfin, la théorie thermodynamique des phénomènes de double décomposition conduit à cette conclusion que, si l'on attribue à l'hydrogène et à l'acide chlorhydrique les propriétés des gaz parfaits, la condition d'équilibre du système étudié peut, sous une même pression initiale et pour une même température initiale de l'hydrogène, se mettre sous la forme

$$\mathrm{Log}\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = \frac{a}{\mathrm{T}} + b\,\mathrm{Log}\,\mathrm{T} + c,$$

expression dans laquelle v_3 et v_1 désignent les volumes respectifs occupés par l'acide chlorhydrique et l'hydrogène dans un système porté à la température absolue T. Le symbole Log désigne un logarithme népérien, *a*, *b* et *c* sont trois constantes qu'il nous est facile de calculer. De nombreuses déterminations expérimentales faites à trois températures différentes permettent de fixer avec une certaine précision les valeurs du rapport $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2}$ aux températures choisies. Par exemple :

» A 526° centigrades ou 799° absolus, $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = 0,1164$;

» A 605° centigrades ou 878° absolus, $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = 0,08912$;

» A 705° centigrades ou 978° absolus, $\frac{e_1(2e_1+e_3)}{e_3^2}=0,05728$.

» En reportant ces résultats dans l'expression précédente, on aura trois équations analogues d'où il sera facile de déduire numériquement les trois constantes a, b et c. On trouve ainsi

$$a=-10998,33,$$
$$b=-14,4783,$$
$$c=+108,076.$$

» D'autre part, il existe entre :

» La chaleur de formation L_2 de l'unité de masse du chlorure d'argent : la chaleur de formation L_3 de l'unité de masse d'acide chlorhydrique : les poids moléculaires ϖ_2 et ϖ_3 du chlorure d'argent et de l'acide chlorhydrique : les constantes a et b qui viennent d'être déterminées et la température absolue T de l'expérience, la relation suivante

$$\varpi_3 L_3-\varpi_2 L_2=\frac{\varpi_3\sigma_3 R}{2E}(a-bT);$$

$\frac{\varpi_3\sigma_3 R}{2E}$ est une constante qu'il est aisé de calculer. On trouve

$$\frac{\varpi_3\sigma_3 R}{2E}=\frac{10333\times 22,32}{2\times 425\times 273}=0,99389.$$

» A 15° centigrades, on aura donc, d'après ces résultats,

$$\frac{\varpi_3\sigma_3 R}{2E}(a-bT)=0,99389(-10998,33+14,4783\times 288)=-6790^{\text{cal}}.$$

» Or, d'après les déterminations de M. Berthelot,

$$\varpi_3 L_3=22000^{\text{cal}},\qquad \varpi_2 L_2=29000^{\text{cal}}.$$

» Donc

$$\varpi_3 L_3-\varpi_2 L_2=-7000^{\text{cal}}.$$

» La concordance entre ces deux valeurs est remarquable, étant donné que, par extrapolation, nous avons calculé, à 15° centigrades, la valeur de l'expression $\frac{\varpi_3\sigma_3 R}{2E}(a-bT)$ à l'aide de résultats expérimentaux obtenus entre 525° et 700°. »

Observations relatives à la Note précédente sur la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène; par M. **Berthelot.**

« Je demande la permission de rappeler ici la désagrégation lente et les changements isomériques que l'argent éprouve lorsqu'il est chauffé vers 550° dans une atmosphère d'hydrogène, ou d'oxygène, désagrégation indicatrice de la formation des composés spéciaux, tels qu'un hydrure et un oxyde d'argent, formés et dissociés à cette température.

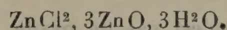
» On ne saurait refuser, à mon avis, un certain rôle à un semblable hydrure et à ces états isomériques dans le mécanisme des équilibres qui président à la réaction de l'hydrogène sur le chlorure d'argent [1], la plupart des équilibres de substitution et de double décomposition ayant pour pivot la formation directe et la dissociation inverse d'une combinaison binaire ou analogue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses des sels métalliques.* Note de M. A. **Mailhe.**

« Dans un Travail publié en 1859 [2] H. Rose indique que l'oxyde mercurique déplace les bases fortes des solutions de leurs chlorures, mais ne peut les chasser des solutions de leurs sels oxygénés.

» Ayant repris l'étude attentive de ces déplacements, j'ai obtenu des résultats fort différents de ceux annoncés par Rose.

» Sels de zinc. — D'après Rose, le chlorure de zinc est précipité par l'oxyde de mercure à l'état d'oxyde de zinc avec formation d'oxychlorure de mercure. En réalité lorsqu'on met de l'*oxyde de mercure* en présence d'une solution de *chlorure de zinc,* on obtient précipitation d'une poudre blanche cristalline, formée de très petites lamelles hexagonales, qui, si l'on a pris soin d'établir le contact assez longtemps, ne contient pas d'oxyde de mercure, mais est formé par un *oxychlorure de zinc* de formule



$$ZnCl^2, 3ZnO, 3H^2O.$$

» Cet oxychlorure a été trouvé déjà par Kane et André, par des méthodes différentes.

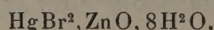
» L'allure est fort différente avec le bromure. En mettant de l'*oxyde mercurique*

---

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 527.

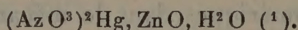
(2) *Poggendorff Annalen,* t. CVII, n° 6, p. 298; 1859.

en présence d'une solution de *bromure de zinc,* on voit disparaître progressivement l'oxyde de mercure pendant qu'il se précipite une poudre cristalline formée de longs prismes clinorhombiques blancs. C'est un sel bien défini qui a la composition d'un sel double basique *zinco-mercurique* de formule



$$HgBr^2, ZnO, 8H^2O.$$

» Lorsqu'on met de l'oxyde de mercure au contact d'une solution très concentrée de *sulfate de zinc,* on n'obtient aucun changement, ainsi que Rose l'avait vérifié. Mais si l'on prend une solution très concentrée d'*azotate de zinc,* on voit disparaître totalement l'oxyde de mercure pendant qu'il s'est formé un précipité blanc qui apparaît au microscope sous la forme de paillettes cristallines ou de fines aiguilles. Séchées, elles présentent à l'analyse la composition d'un nitrate basique zinco-mercurique de formule

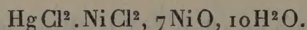


$$(AzO^3)^2Hg, ZnO, H^2O \text{ } (^1).$$

» Ce sel est facilement décomposable par l'eau avec précipitation d'oxyde de mercure. C'est ce qui explique la nécessité d'opérer le déplacement dans des solutions d'azotate de zinc très concentrées, et aussi les résultats négatifs obtenus soit avec le sulfate, soit avec l'acétate de zinc, que l'on ne peut obtenir en solutions assez sèches.

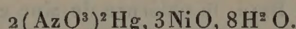
» Le même sel basique zinco-mercurique se produit soit avec l'oxyde jaune sec ou récemment précipité, soit avec l'oxyde mercurique rouge.

» Sels de nickel. — D'après Rose, le *chlorure de nickel* est précipité complètement par l'oxyde de mercure, à l'état d'oxyde. En réalité, il se forme un oxychlorure vert de formule



$$HgCl^2.NiCl^2, 7NiO, 10H^2O.$$

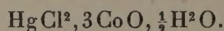
» L'oxyde de mercure mis en présence de *sulfate de nickel* ne donne lieu à aucune réaction; mais, au contact d'une solution assez concentrée d'*azotate de nickel,* on voit à la longue, au bout de plusieurs mois, qu'un précipité vert a remplacé l'oxyde jaune. Ce sont de petites lamelles hexagonales microscopiques qui présentent à l'analyse la composition d'un nitrate nickelo-mercurique de formule



$$2(AzO^3)^2Hg, 3NiO, 8H^2O.$$

» Sels de cobalt. — Au sein d'une solution de *chlorure de cobalt,* l'oxyde de mercure disparaît peu à peu et est remplacé par une poudre verte formée par des lames quadrangulaires. Le déplacement total de l'oxyde de cobalt n'a pas lieu. Même au bout de plusieurs mois, la liqueur renferme du cobalt manifesté par sa coloration légèrement rose.

» La poudre verte cristalline n'est pas un oxyde, comme l'a cru Rose, mais un chlorure mixte basique de cobalt et de mercure de composition

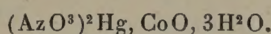


$$HgCl^2, 3CoO, \tfrac{1}{2}H^2O.$$

---

[1] L'analyse de l'azote a été faite soit par le procédé Dumas : dosage de l'azote nitrique, soit par le procédé H. Henriet (*Comptes rendus,* n° 16, t. CXXXII, p. 966; 1901), procédé qui a donné des résultats satisfaisants.

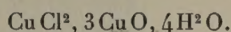
» Même après plusieurs mois de contact, l'oxyde de mercure n'éprouve aucun changement dans une dissolution de *sulfate de cobalt*. Mais, dans une solution concentrée d'*azotate de cobalt*, il est remplacé peu à peu par un précipité rouge cristallisé en petits prismes clinorhombiques ayant la composition d'un nitrate basique cobalto-mercurique de formule



$$(AzO^3)^2Hg, CoO, 3H^2O.$$

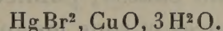
» Sels de cuivre. — L'action de l'oxyde mercurique sur les sels de cuivre présente beaucoup d'analogies avec l'action sur les sels de zinc.

» L'oxyde mercurique placé dans une solution de *chlorure cuivrique* s'y change très rapidement en une poudre amorphe bleue ayant la composition d'un sel basique tétracuivrique de formule



$$CuCl^2, 3CuO, 4H^2O.$$

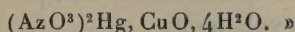
» Si l'on met l'oxyde de mercure au contact d'une solution de *bromure cuivrique*, on a formation d'un précipité vert cristallisé en petites lames quadrangulaires. C'est un bromure basique cupro-mercurique



$$HgBr^2, CuO, 3H^2O.$$

» Le *sulfate de cuivre* mis au contact d'oxyde mercurique a subi une légère altération au bout de six mois, mais la quantité d'oxyde transformée a été trop petite pour être analysée.

» L'*azotate de cuivre* en solution très concentrée a donné, avec l'oxyde de mercure jaune soit sec, soit récemment précipité, et avec l'oxyde rouge, un précipité bleu formé de prismes quadrangulaires très facilement décomposables par l'eau avec mise en liberté d'oxyde de mercure. Ce précipité est un nitrate basique cupro-mercurique de formule



$$(AzO^3)^2Hg, CuO, 4H^2O. \text{ »}$$

M. C. Duprat, à la Guadeloupe, écrit qu'il a observé, le 9 mai 1901, vers 7^h du soir, une comète (c'est la comète 1901 *a*) comparable pour l'éclat à une étoile de 4e grandeur, à queue rectiligne; la tête était placée près des étoiles π^5 et π^6 d'Orion; l'extrémité de la queue atteignait l'étoile 2 de l'épée d'Orion.

M. P. Guyon adresse, de Vannes, la description et le dessin d'un « Nouveau moteur à vent ».

M. Ch. Joly adresse un Mémoire sur « Le grisou ».

M. **Ridey** adresse une Note « Sur un matériel de sauvetage et d'extinction dans les incendies ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1901.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; t. CXXX, janvier-juin 1900. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; Ire série, t. XII, avec une Table générale de la Ire série. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en 1900. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

Annales célestes du dix-septième siècle, par A.-G. Pingré, Ouvrage publié sous les auspices de l'Académie des Sciences, par M. G. Bigourdan. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-4°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes. Exposition internationale de 1900. *Direction générale de l'exploitation. IVe Congrès international de Chimie appliquée. Compte rendu sommaire,* par M. Henri Moissan, président du Congrès, et François Dupont, secrétaire général. Paris. Imprimerie Nationale, 1901.

P. Chrysologue de Gy, capucin, géographe et astronome (1728-1808), avec une carte insérée dans le texte, par le P. Ubald d'Alençon. Angers, J. Siraudeau, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Erdbebenwarte, Monatsschrift herausgegeben von Albin Belar; Jahrgang I, Nr. 2. Laibach, Kleinmayr et Fed. Bamberg, 1901; 1 fasc. in-8°.

La propaganda cientifica, publicacion mensual; ano I, num. 6. Guatemala, 1900; 1 fasc. in-8°.